

化工机械设备运维智能化升级路径探索

石美亮

陕西渭河煤化工集团有限责任公司 陕西 渭南 714000

摘要: 化工行业生产工况特殊,设备运维长期依赖人工经验,作业被动滞后,难以适配连续化生产的运行需求,行业内设备运维智能化升级的落地路径仍待系统梳理。本文从模式差异、适配原则与转型逻辑切入,搭建覆盖感知、传输、数据管理、智能研判、流程重构的完整建设框架,划分分步实施的推进阶段,梳理现存落地难点并给出对应优化方向,为化工企业推进设备运维体系迭代提供清晰可行的实操参考。

关键词: 化工机械设备;智能运维;升级路径;设备管理;数智化改造

引言:化工生产流程连续,装置长期处于高温高压、介质腐蚀的复杂工况下,设备运行状态的稳定程度直接关系生产全流程的有序推进。传统运维模式下,人工巡检的覆盖范围与响应速度存在天然局限,设备隐患难以及时捕捉,非计划停机的风险始终存在。随着数字化技术逐步向工业场景渗透,将智能技术与化工设备运维深度融合,探索适配行业特性的升级路径,成为当前化工设备管理领域的重要探索方向。

1 化工机械设备运维智能化升级核心逻辑与适配方向

1.1 智能化运维与传统运维的模式差异

化工设备传统运维工作高度依赖人工经验,整体作业方式被动滞后。现场人员主要通过定时巡检、停机抽样检查设备状态,大多等到设备出现明显故障后,才开展后续维修工作。不同人员的作业水平参差不齐,人工排查本身存在视野局限,很多隐蔽的设备隐患难以第一时间发现,很容易引发设备突然停机、生产线中断等问题。固定的运维频次和手段,适配不了化工设备长期连续运行、工况随时波动的工作特点,设备老化、零部件损耗等问题会持续累积且得不到有效管控^[1]。智能化运维彻底改变这套作业方式,依靠传感器采集、实时状态监测、动态数据分析完成设备管理。系统不间断采集设备温度、压力、转速、振动等核心运行数据,及时捕捉细微异常变化,把以往的故障事后抢修,转变为提前预判、主动维护。运维工作的核心从人工主观排查,变成数据驱动的精准管控,大幅降低人工操作带来的各类运维隐患。

1.2 化工场景下设备运维智能化的适配原则

化工生产具备作业连续、工况复杂、风险系数高的行业特点,设备智能化运维改造不能直接套用通用行业模板,需要结合现场实际工况定制落地标准。改造过程首先严守安全底线,化工生产介质多带有易燃易爆、

强腐蚀特性,智能升级过程中不得改动设备原有安全结构、破坏防爆防护体系,所有数据采集、智能管控设备都要满足化工现场防爆、防腐的使用规范。升级工作充分兼顾正常生产秩序,适配厂区现有老旧设备和成熟生产流程,采用分步迭代的改造模式,避免集中整改造成生产线停滞、产能受损。结合泵体、压缩机、反应釜、换热器等各类设备的运行特点和损耗规律,定制对应的监测方式与运维策略,精准管控关键损耗点位,避免通用化改造造成的设备适配不足和资源浪费。

1.3 运维智能化升级的整体转型逻辑

化工设备运维智能化升级是整套管理体系的全面迭代,不只是单一设备更换或单项技术加装。升级围绕设备稳定运行、生产降本增效的核心目标稳步推进,先完成底层数据体系搭建,通过加装传感设备、打通数据传输通道,实现核心生产设备运行数据的全覆盖、实时化采集。基于持续积累的运行数据,总结设备运行特点、故障诱发原因和零部件损耗周期,搭建适配化工生产场景的专属运维模型。同步优化原有运维工作流程,用客观数据指导日常巡检、定期保养、故障维修和备件储备等各项工作,形成数据采集、状态研判、问题处置、持续优化的完整运维闭环。逐步降低人工经验对运维工作的主导影响,让设备管理更加标准、精细,保障化工生产全程平稳有序开展。

2 化工机械设备运维智能化升级的核心建设维度

2.1 设备状态感知体系智能化建设

设备状态感知是运维智能化升级的基础载体,核心是实现化工全品类生产设备的全域状态可控。针对反应釜、风机、泵组、换热设备等核心装置,按需布设高精度感知硬件,覆盖振动、温度、压力、流量、转速等关键运行指标。补齐传统运维中人工巡检无法触及的监测盲区,对设备运行的细微波动进行常态化捕捉^[2]。依据化

工生产高危连续作业属性,选用适配防爆、防尘、防腐工况的感知设备,保障监测工作在复杂生产环境下稳定落地。通过全域感知布局,实现设备运行状态的动态可视,为后续数据分析、故障预判提供真实有效的前端数据支撑。

2.2 运维数据采集与传输体系搭建

数据采集与传输是打通智能运维链路的关键环节,重点解决化工现场数据分散、传输卡顿、信号失真等常见问题。统一前端采集设备的数据输出标准,规范各类设备运行数据的采集频率与精度,保障原始数据的统一性与有效性。搭建专属工业传输链路,适配化工车间多干扰、高电磁、高粉尘的复杂环境,提升数据传输的稳定性与时效性。梳理现场各类老旧设备与新型智能设备的适配差异,针对性增设数据转换模块,解决新旧设备数据不互通的问题,让所有生产设备的运行数据均可顺利上传至后台系统。

2.3 运维数据整合与集约化管理建设

化工现场设备类型繁杂,原始运维数据来源分散、格式混乱,需要通过集约化管理完成统一规整。搭建一体化数据管理平台,汇总存储设备运行、日常保养、故障记录、备件消耗等各类运维数据。对碎片化、差异化的原始数据进行清洗、分类、规整,剔除无效冗余数据,统一数据存储与调用标准。打破各车间、各设备独立的数据孤岛,实现运维数据的集中存储、统一管理 with 全域共享,让各类数据可追溯、可调用、可分析,为运维决策提供全面的数据支撑。

2.4 设备智能研判与自主预警体系建设

智能研判与自主预警是实现主动运维的核心环节。依托规整后的设备运行数据,结合化工设备固有运行规律与故障特征,搭建专属研判分析模型。系统可自主识别设备运行的异常趋势,区分常规工况波动与故障隐患偏差,提升问题判定的精准度。针对设备过载、部件磨损、参数超标等各类风险,设置分级预警阈值,对应生成不同等级的预警提示。工作人员可根据预警信息精准定位故障点位与问题成因,提前开展处置工作,从源头减少设备故障停机问题。

2.5 运维作业流程智能化重构

智能化升级最终落地于运维作业流程的全面优化,对传统人工运维流程进行系统性重塑。摒弃固定机械的巡检、保养模式,以设备实时运行状态为依据,生成动态化、差异化的运维任务。将人工登记、纸质记录的传统作业方式,替换为线上化、流程化的智能作业模式,实现巡检、保养、维修、备件申领全流程线上闭环管

控。结合设备运行数据复盘运维工作成效,持续优化运维频次与作业方案,精简无效运维工作,提升整体运维效率,贴合化工连续化生产的运行需求。

3 化工机械设备运维智能化分步升级实施路径

3.1 现场数字化基础布设阶段

基础改造是智能化升级的起步环节,核心任务是补齐现场设备数字化短板,筑牢底层运行基础。针对化工生产线各类主力机械设备,完成现场摸底排查,梳理老旧设备、常规设备与新型设备的改造差异。在关键生产装置、易损耗设备、高危工况设备上批量加装适配化工工况的传感硬件,完善设备运行状态的全方位感知能力^[9]。完成现场网络基础改造,搭建稳定的工业数据传输链路,保障设备运行参数可以稳定上传。同步完成基础设备台账数字化录入,梳理设备参数、检修记录、运行年限等基础信息,搭建完整的设备数字化档案,为后续数据应用和体系升级打下坚实基础。

3.2 运维体系标准化整合阶段

体系整合阶段聚焦数据与流程的统一规整,解决前期基础建设带来的数据零散、流程杂乱等问题。对现场各类设备采集的运行数据进行统一梳理,完成数据清洗、分类、规整工作,统一数据口径与存储标准。打通车间之间、设备系统之间的数据壁垒,实现运维数据集集中存储、统一管理与内部共享。依托标准化数据体系,梳理传统运维工作中的不规范环节,重新定义巡检、保养、检修、备件管理等核心工作的作业标准。固化各类运维场景的作业流程,把零散的人工工作转化为标准化、制度化的管控流程,让整体运维工作具备统一执行标准。

3.3 智能研判能力迭代升级阶段

智能迭代阶段以数据应用为核心,推动运维工作从标准化向智能化升级。依托长期积累的设备运行数据,搭建适配化工设备特性的故障分析与状态研判模型。系统可以独立识别设备运行异常趋势,根据预设阈值完成风险预警,辅助工作人员快速定位设备隐患与故障根源。逐步建立动态运维机制,跳出固定周期的运维模式,依据设备实时运行状态、损耗程度、工况变化调整运维计划。持续比对运维方案落地效果与设备运行状态,不断优化模型参数与作业标准,形成可以自主优化的智能运维机制,提升设备风险预判和处置能力。

3.4 全场景运维效能全域覆盖阶段

全域赋能是智能化升级的最终落地阶段,实现厂区机械设备运维体系的全面智能化落地。将前期成型的智能运维模式推广至所有生产设备,覆盖主生产装置、

辅助配套设备、后备机组等全部设备类型。打通生产运行、设备管理、物资储备、安全管控等多个工作板块,让智能运维数据可以服务于生产调度、成本管控、安全防控等多项工作。依托全域智能运维体系,实现设备状态可控、故障可预判、运维可追溯、成本可管控。深度适配化工连续化、高危化的生产属性,以智能化手段降低设备故障频次、压缩运维成本、保障生产线长期稳定运行。

4 化工机械设备运维智能化升级的现存难点与优化思路

4.1 老旧设备智能化改造适配难点

多数化工企业生产线服役周期较长,现场留存大量老旧机械设备,这类设备成为智能化改造的主要阻碍。老旧设备出厂设计标准偏低,机身结构紧凑且预留接口较少,不支持智能传感、数据采集等外接设备的加装改造。设备整体密封性、防爆结构经过长期固化处理,随意改造会破坏原有安全防护体系,诱发安全生产隐患^[4]。部分老旧装置零部件停产绝版,运行参数无标准化资料可查,无法精准匹配对应的智能监测方案。企业出于生产连续性考量,无法开展长时间停机整改,老旧设备只能维持传统人工运维模式,数字化改造进度持续滞后。

4.2 多类型设备数据兼容对接难点

化工生产车间设备品类繁杂,不同装置的生产厂家、投产年限、控制系统存在明显差异,数据对接难度突出。各类设备配套的数据输出协议、信号传输格式互不统一,采集的运行数据存在格式错乱、标准不一的问题。新型智能设备具备完整的数据传输接口,老旧设备仅支持简单运行展示,无法输出精细化运维数据。系统接入过程中容易出现数据丢包、信号紊乱、参数错位等问题,各类数据无法统一汇总录入平台,直接造成数据孤岛问题持续存在,影响后续数据分析与智能研判工作开展。

4.3 运维体系转型融合难点

智能运维体系落地需要配套的管理模式与人员能力支撑,传统运维体系的固化状态会制约升级推进速度。现场运维人员长期依托人工经验开展工作,对数据化、智能化的设备管理模式接受度偏低,实操能力无法匹配新体系运行要求。企业原有运维管理制度围绕传统

人工巡检、检修模式制定,和智能运维的线上化、精细化管控模式无法匹配。新旧体系交替阶段容易出现管理脱节,新系统功能无法充分利用,传统运维漏洞依旧存在,智能化转型难以发挥实际效能。

4.4 针对性优化改进思路

针对老旧设备改造难题,推行差异化改造方案,对工况关键、隐患较高的老旧设备优先开展微创式改造,在不破坏安全结构的前提下加装轻量化采集装置,低风险完成数字化升级。对无改造价值的设备制定阶段性替换计划,逐步更新标准化智能设备。针对数据兼容问题,加装通用数据转换模块,统一现场设备数据输出标准,规整各类异构数据,完成跨设备的数据互通汇总^[5]。针对体系融合问题,更新运维管理制度,匹配智能运维流程搭建全新管理规范。常态化开展人员技能培训,每月设置不少于8学时的智能系统实操课程,强化一线人员的数据应用、智能系统操作能力,稳步完成人工经验运维向数据化智能运维的平稳过渡。

结束语

整套升级路径从底层基础布设到全域效能覆盖,层层递进贴合化工生产的实际运行节奏,避开通用化改造的适配误区。不同企业可结合自身现场设备的实际状态,灵活调整各阶段的推进节奏,逐步完成运维体系的迭代更新。这套体系落地后,设备运维的精细化程度将得到显著提升,生产运行的稳定性也能获得更扎实的支撑,为化工企业的设备管理提质提供切实可行的落地抓手。

参考文献

- [1]李圣通.化工机械设备运维智能化升级路径探索[J].聚酯工业,2026,39(1):91-93.
- [2]吴健,李玉杰,袁闯.大数据背景下石油化工机械设备运维优化策略研究[J].科海故事博览,2024(19):31-33.
- [3]张新平.化工机械设备的管理及维护措施[J].聚酯工业,2026,39(3):130-132.
- [4]李伟.化工设备管理中的化工机械维修保养技术[J].现代盐化工,2023,50(6):64-66.
- [5]卢耀朝.化工机械设备故障分析及维修管理措施探索[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(24):28-30.